

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 9 年 4 月 2 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 1 1 年特許願第 0 9 5 7 7 2 号

出 願 人

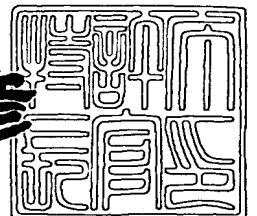
Applicant (s):

株式会社村田製作所

2 0 0 0 年 3 月 3 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特 2 0 0 0 - 3 0 2 1 5 5 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 99382MR

【提出日】 平成11年 4月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/46

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

 【氏名】 山本 高弘

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

 【氏名】 小松 裕

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

 【氏名】 森本 正士

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

 【識別番号】 100092071

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西澤 均

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 043993

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源から放射されたレーザビームを、回折格子を通過させて、穴径が 50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光し、

分光された複数のレーザビームをセラミックグリーンシートに照射して、穴径が 50 μm 以下の複数の微小穴を形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 2】

セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射することを特徴とする請求項 1 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 3】

セラミックグリーンシートを断続的に移動させながら、レーザビームを照射することを特徴とする請求項 1 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 4】

前記レーザ光源から放射されるレーザビームが、パルス状のレーザビームであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 5】

パルス状のレーザビームを放射するレーザ光源と、レーザビームを通過させて、穴径が 50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、ガルバノスキャンミラーにより反射されたレーザビームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザ光源から放射されたパルス状のレーザビームを、前記回折格子を通過させて、穴径が 50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに

適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光し、

分光された複数個のパルス状のレーザービームをガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 6】

パルス状のレーザービームを放射するレーザー光源と、レーザービームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、レーザービームを通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザービームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームを、ガルバノスキャンミラーで反射させた後、

ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザービームを、前記回折格子を通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光し、

分光された複数個のパルス状のレーザービームをセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成すること

を特徴とするセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 7】

前記セラミックグリーンシートを移動させながら、パルス状のレーザービームの

照射を繰り返すことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 8】

前記回折格子が、レーザビームの透過率の高い材料を用いて形成されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 9】

前記レーザ光源から放射されるレーザが、CO₂レーザであることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 10】

前記セラミックグリーンシートが、キャリアフィルムにより一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートであることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のセラミックグリーンシートの加工方法。

【請求項 11】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて、穴径が 50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、分光されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 12】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて、穴径が 50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、分光されたレーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 1 3】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、

レーザ光源と、

前記レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを通過させて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と

前記回折格子を通過し、分光されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴とするセラミックグリーンシートの加工装置。

【請求項 1 4】

セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段を具備していることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 記載のセラミックグリーンシートの加工装置

。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、積層セラミック電子部品を製造する場合などに用いられるセラミ

ックグリーンシートの加工方法及び加工装置に関し、詳しくは、セラミックグリーンシートに貫通孔（例えば、ビアホールやスルーホールとして機能させるための穴）を形成するためのセラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

積層型コイル部品、積層基板、その他の種々の積層セラミック電子部品においては、通常、セラミック層を介して積層、配設された内部電極間（層間）の電氣的接続を、セラミックグリーンシートに形成されたビアホール（貫通孔）を介して行っている。

【0003】

そして、セラミックグリーンシートにビアホール（貫通孔）を形成するための加工方法として、従来は、金型とピンを用いてセラミックグリーンシートを打ち抜く方法、YAGレーザやCO₂レーザなどを利用したレーザ加工方法が用いられている。

【0004】

ところで、近年、電子部品の小型化、高密度化にともない、セラミックグリーンシートに形成されるビアホールの径を小さくすることが要求されるようになっている。

しかし、上記の打ち抜き加工方法の場合、孔径（穴径）が小さくなるにつれて、加工精度（形状精度）が低下するという問題点がある。

【0005】

また、YAGレーザやCO₂レーザを利用したレーザ加工方法においても、孔径（穴径）が50μm以下になると、高い形状精度及び寸法精度で貫通孔を形成することが困難になり、形成可能な最小孔径は30μm程度とされている。これは、YAGレーザやCO₂レーザを利用したレーザ加工方法の場合に、レーザ波長が最小孔径に近くなると、シャープな集光を行うことが困難になることによるものである。

【0006】

また、従来のレーザ加工法では、微小な貫通孔を形成することができるように、レーザ発振器の出力調整を行っている。これは、レーザ発振器の出力（エネルギー）とレーザビームの幅とは、図6に示すような関係があり、微小な孔径 d の貫通孔を形成しようとする、セラミックグリーンシートに照射されるレーザビームの幅が d であることが必要となるが、通常のレーザ発振器の出力レベルでは、放射されるレーザビームのエネルギーが大きく、その幅が形成されるべき貫通孔の孔径 d より大きくなり、目標とする孔径 d の貫通孔を形成することができなくなることから、レーザ発振器の出力を下げることにより、レーザビームの幅を貫通孔の孔径 d まで小さくしようとするものである。

【0007】

しかし、レーザ発振器の出力を下げることにより、レーザビームの幅を貫通孔の孔径 d まで小さくしようとする、安定したレーザ発振を行わせることができなくなり、加工品質が不安定になって、形状精度及び寸法精度の高い微小な貫通孔を形成することが困難になるという問題点がある。

【0008】

本願発明は、上記問題点を解決するものであり、セラミックグリーンシートの所定の位置に、孔径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能なセラミックグリーンシートの加工方法及び加工装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願発明のセラミックグリーンシートの加工方法は、

レーザ光源から放射されたレーザビームを、回折格子を通過させて、孔径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザビームに分光し、

分光された複数個のレーザビームをセラミックグリーンシートに照射して、孔径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成することを特徴としている。

【0010】

レーザ光源から放射されたレーザビームを、回折格子を通過させて、穴径が50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光し、分光された複数のレーザビームをセラミックグリーンシートに照射することにより、セラミックグリーンシートに、穴径が50 μm 以下の複数の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0011】

本願発明の方法によれば、図4に示すように、回折格子3を用いて、エネルギーレベルの高いレーザビーム2（図5(a)参照）を、複数のレーザビーム2aに分光することにより、分光された各レーザビーム2aのエネルギーを、微小穴を形成するのに適したレベルになるまで（すなわち、レーザビームの幅が、微小穴の穴径dに対応する幅になるまで）減衰させることが可能になり（図5(b)参照）、レーザ発振器を安定した出力で稼働させることが可能になる。したがって、穴径が50 μm 以下の微小穴を、高い位置精度及び形状精度で、効率よく形成することが可能になる。

【0012】

なお、本願発明の方法において、「穴径が50 μm 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光し」とは、レーザビームを回折格子により分光して、個々のレーザビームのエネルギーレベルを低下させることにより、セラミックグリーンシートに照射される個々のレーザビームの幅が50 μm 以下になるようにすることを意味する概念であり、絶対的なエネルギーレベルは、セラミックグリーンシートの組成や、形成すべき微小穴の形状、寸法などにより適宜決定されるべきものである。

【0013】

また、本願発明において、微小穴とは、貫通した穴（貫通孔）に限らず、貫通していない有底穴、一部分が貫通し、他の部分が貫通していない部分貫通穴などを含む概念である。

【0014】

また、請求項2のセラミックグリーンシートの加工方法は、セラミックグリー

ンシートを移動させながら、レーザビームを照射することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射することにより、セラミックグリーンシートの異なる位置に、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 3 のセラミックグリーンシートの加工方法は、セラミックグリーンシートを断続的に移動させながら、レーザビームを照射することを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

セラミックグリーンシートを断続的に移動させ、セラミックグリーンシートが静止しているタイミングでレーザビームを照射することにより、形状精度や位置精度の高い、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 4 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記レーザ光源から放射されるレーザビームが、パルス状のレーザビームであることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

パルス状のレーザビームを照射することにより、セラミックグリーンシートを連続的に移動させながらレーザビームを照射した場合にも、形状精度や位置精度の高い、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 5 のセラミックグリーンシートの加工方法は、

パルス状のレーザビームを放射するレーザ光源と、レーザビームを通過させて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザビームに分光する回折格子と、レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、ガルバノスキャン

ミラーにより反射されたレーザービームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームを、前記回折格子を通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光し、

分光された複数個のパルス状のレーザービームをガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成すること

を特徴としている。

【0021】

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0022】

また、請求項6のセラミックグリーンシートの加工方法は、

パルス状のレーザービームを放射するレーザー光源と、レーザービームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、レーザービームを通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザービームを個々に集光する集光レンズと、セラミックグリーンシートを所定の位置関係となるように配設し、

レーザー光源から放射されたパルス状のレーザービームを、ガルバノスキャンミラーで反射させた後、

ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザービームを、前記回折格子を通過さ

せて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービームに分光し、

分光された複数個のパルス状のレーザービームをセラミックグリーンシートに照射し、セラミックグリーンシートの所定の位置に、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を同時に形成した後、

ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返し、セラミックグリーンシートの異なる所定の位置に、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成すること

を特徴としている。

【 0 0 2 3 】

上記請求項 5 のセラミックグリーンシートの加工方法では、レーザービームを回折格子を通過させて、複数個のレーザービームに分光した後、分光されたレーザービームを、ガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射するようにしているが、この請求項 6 のように、レーザービームをガルバノスキャンミラーで反射させた後、回折格子を通過させて複数個のレーザービームに分光するように構成することも可能であり、その場合にも、上記請求項 5 の構成の場合と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 7 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記セラミックグリーンシートを移動させながら、パルス状のレーザービームの照射を繰り返すことを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

上記請求項 5 及び 6 においては、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 2 6 】

また、請求項 8 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記回折格子が、レーザービームの透過率の高い材料を用いて形成されていることを特徴としている。

【0027】

光学系、特に、回折格子に、レーザービームの透過率の高い材料を用いることにより、エネルギー効率を向上させることが可能になり、セラミックグリーンシートに、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0028】

また、請求項 9 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記レーザー光源から放射されるレーザーが、 CO_2 レーザーであることを特徴としている。

【0029】

CO_2 レーザーは、セラミックグリーンシートを構成するセラミック自体による吸収率が低く、セラミック自体の変質などによる特性のばらつきを防止することが可能であるため、本願発明のセラミックグリーンシートの加工方法に用いるのに好適である。

【0030】

なお、 CO_2 レーザーは、上述のように、セラミックグリーンシートを構成するセラミック自体には吸収されにくい、セラミックグリーンシートを構成するバインダなどに、 CO_2 レーザーの吸収率の高い物質を配合しておくことにより、 CO_2 レーザーを用いた場合にも、効率よくセラミックグリーンシートの加工（除去）を行うことが可能になる。

【0031】

また、請求項 10 のセラミックグリーンシートの加工方法は、前記セラミックグリーンシートが、キャリアフィルムで一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートであることを特徴としている。

【0032】

本願発明は、キャリアフィルム（通常は樹脂フィルム）で一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工する場合にも適用すること

が可能である。キャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工するようにした場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことが可能になるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、微小穴の寸法精度や位置精度を向上させることが可能になる。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 1 1 のセラミックグリーンシートの加工装置は、
セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、
セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、
レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、分光されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと
を具備することを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、レーザ光源と、レーザビームを通過させて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、複数の分光されたレーザビームを個々に集光してセラミックグリーンシートに照射する集光レンズとを備えた加工装置を用いることにより、上述の本願発明の加工方法を確実に実施して、セラミックグリーンシートを効率よく加工して、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を形成することが可能になる。

【 0 0 3 5 】

なお、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段としては、セラミックグリーンシートを支持する支持手段を所定方向に移動させることにより、セラミックグリーンシートを移動させるように構成されたものや、セラミックグリーンシートを直接移動させるように構成されたものなど、種々の構成のもの

のを用いることも可能である。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 1 2 のセラミックグリーンシートの加工装置は、
セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、
レーザ光源と、

前記レーザ光源から放射されたレーザビームを通過させて、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光する回折格子と、

前記回折格子を通過し、分光されたレーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザビームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズと

を具備することを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

回折格子を通過して分光されたレーザビームを、ガルバノスキャンミラーで反射させてセラミックグリーンシートに照射するとともに、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 1 3 のセラミックグリーンシートの加工装置は、
セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、
レーザ光源と、

前記レーザビームを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラーと、

前記ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段と、

前記ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザービームを通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザービームに分光する回折格子と

前記回折格子を通過し、分光されたレーザービームを個々に集光して、前記支持手段により支持されたセラミックグリーンシートに照射する集光レンズとを具備することを特徴としている。

【0039】

ガルバノスキャンミラーにより所定の反射角度で反射されたレーザービームをセラミックグリーンシートに照射するとともに、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにした場合にも、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0040】

また、請求項14のセラミックグリーンシートの加工装置は、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段を具備していることを特徴としている。

【0041】

上記請求項12、及び13の加工装置においては、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザービームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、請求項14のように、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0042】

【発明の実施の形態】

以下、本願発明の実施の形態を示してその特徴とするところをさらに詳しく説明する。

【0043】

〔実施形態1〕

図1は、本願発明の一実施形態にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。また、図2は図1の加工装置を用いて微小穴を形成したセラミックグリーンシートを示す図である。

【0044】

この実施形態では、例えば、積層型コイル部品の製造に用いられるセラミックグリーンシートを加工して、図2に示すように、平面形状が円形の微小穴15を形成する場合を例にとって説明する。なお、上記微小穴15は、製品（積層型コイル部品）においてピアホールとして機能することになるものであり、この実施形態では、穴径が $50\mu\text{m}$ 及び $30\mu\text{m}$ の微小穴を形成した。

【0045】

また、この実施形態で用いた加工装置は、図1に示すように、セラミックグリーンシート10を支持するとともに、所定の方向にセラミックグリーンシート10を移動させることができるように構成された支持手段（この実施形態ではXYテーブル）11と、レーザ光源1と、レーザ光源1から放射されたレーザビーム2を通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下（この実施形態では、 $50\mu\text{m}$ 及び $30\mu\text{m}$ ）の微小穴15（図2）をセラミックグリーンシート10に形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザビーム2aに分光する回折格子3と、回折格子3を通過し、複数個に分光されたレーザビーム2aを所定の反射角度で反射させるガルバノスキャンミラー4と、ガルバノスキャンミラー4により所定の反射角度で反射されたレーザビーム2aを個々に集光する集光レンズ5とを備えており、集光レンズ5を通過して集光されたレーザビーム2aが、XYテーブル11上のセラミックグリーンシート10に照射されるように構成されている。

【0046】

この加工装置は、さらに、レーザ光源1を駆動するレーザ光源駆動手段6、ガ

ルバノスキャンミラー4の反射角度を変化させるガルバノスキャンミラー駆動手段7と、XYテーブル11を所定の方向に移動させて、その上に支持されたセラミックグリーンシート10を所定の方向に移動させるためのテーブル駆動手段（移動手段）12とを備えている。

【0047】

また、この加工装置においては、レーザ光源1として、パルス幅の短いCO₂レーザを放射するレーザ光源が用いられている。また、回折格子3、ガルバノスキャンミラー4、及び集光レンズ5には、CO₂レーザの吸収が少ないZnSeが用いられている。

【0048】

次に、上記のように構成されたセラミックグリーンシートの加工装置を用いて、セラミックグリーンシートに微小穴を形成する方法について説明する。

【0049】

①まず、NiCuZnフェライトを主成分とするセラミックに酢酸ビニル系バインダを添加し、ボールミルで17時間混合した後、ドクターブレード法によりシート状に成形した、厚さ50μmのセラミックグリーンシート10を、支持手段11上に載置する。

②そして、定格出力300Wの穴あけ用のCO₂レーザ発生装置のレーザ光源1から放射されたパルス状のレーザビーム2を、回折格子3を通過させて、穴径が50μm及び30μmの微小穴15（図2）をセラミックグリーンシート10に形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビーム2aに分光する。

③それから、複数の分光されたパルス状のレーザビーム2aを、ガルバノスキャンミラー4で反射させてセラミックグリーンシート10に照射し、セラミックグリーンシート10の所定の位置を除去して、複数の微小穴15（図2）を形成する。

④それからさらに、ガルバノスキャンミラー4の反射角度を変化させて、レーザビーム2aのセラミックグリーンシート10への照射を繰り返し、セラミックグリーンシート10の異なる所定の位置に微小穴15（図2）を形成する。

⑤そして、④の、ガルバノスキャンミラー4の反射角度を変化させてレーザビ

ーム 2 a をセラミックグリーンシート 10 に照射する工程を繰り返し、セラミックグリーンシート 10 の所定の領域（ガルバノスキャンミラーの反射角度を変えることにより、異なる位置に微小穴 15 を形成することができる領域）のすべてに微小穴 15 を形成した後、XY テーブル 11 を所定量だけ移動させ、前記②～④の工程を繰り返して、セラミックグリーンシート 10 の全体の所定の位置に、微小穴 15 を形成する。

【0050】

この実施形態の加工装置及び加工方法によれば、回折格子 3 を通過させて分光した、穴径が $50\ \mu\text{m}$ 及び $30\ \mu\text{m}$ の微小穴 15（図 2）をセラミックグリーンシート 10 に形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザービーム 2 a を、セラミックグリーンシート 10 に照射することにより、セラミックグリーンシート 10 に複数の微小穴 15（図 2）を同時に形成するようにしているので、セラミックグリーンシート 10 の所定の位置に、高い位置精度及び形状精度で、効率よく微小穴 15 を形成することができる。

【0051】

なお、従来の、レーザー発振器の出力調整によるレーザー加工法で形成した微小穴と、上記実施形態の方法により形成した微小穴の、穴径ばらつき及び微小穴の真円度を表 1 及び表 2 に示す。

なお、表 1 は、穴径 $50\ \mu\text{m}$ の微小穴を形成した場合のデータを示しており、表 2 は、穴径 $30\ \mu\text{m}$ の微小穴を形成した場合のデータを示している。

【0052】

【表 1】

	穴径ばらつき (%) (穴径 50 μm)	真円度 (%) (穴径 50 μm)
従来のレーザ加工方法 (レーザ発振器の出力調整)	30	75
実施形態 1 のレーザ加工方法 (回折格子による分光)	5	98

【0053】

【表 2】

	穴径ばらつき (%) (穴径 30 μm)	真円度 (%) (穴径 30 μm)
従来のレーザ加工方法 (レーザ発振器の出力調整)	80	20
実施形態 1 のレーザ加工方法 (回折格子による分光)	10	95

【0054】

表 1 及び表 2 より、上記実施形態の加工方法（加工装置）によれば、穴径ばらつきが小さく、真円度の高い微小穴を効率よく形成できることがわかる。

【0055】

なお、上記実施形態では、平面形状が円形の微小穴を形成する場合を例にとって説明したが、本願発明において、微小穴の形状に特別の制約はなく、回折格子の設計パターンを変更することにより、方形、方形以外の多角形、楕円形など、種々の形状の微小穴を形成することができる。

【0056】

また、上記実施形態では、積層型コイル部品の製造に用いられるセラミックグリーンシートに微小穴を形成する場合を例にとって説明したが、本願発明は、微

小穴を形成すべきセラミックグリーンシートの種類や用途に特別の制約はなく、例えば、積層基板その他の種々の積層セラミック電子部品に用いられるセラミックグリーンシートにビアホール用の微小穴を形成する場合などに広く適用することが可能である。

【0057】

また、上記実施形態では、 CO_2 レーザを用いているが、本願発明においては、他種類のレーザを用いることも可能である。

【0058】

また、上記実施形態では、パルス状のレーザビームを用いているが、場合によっては、パルス状のレーザビーム以外のレーザビームを用いることも可能である。

【0059】

また、上記実施形態では、セラミックグリーンシートを直接XYテーブル（支持手段）に載置して加工するようにしているが、キャリアフィルム上に支持されたセラミックグリーンシートをキャリアフィルムごと支持手段に載置して加工することも可能である。なお、キャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工するようにした場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことができるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、微小穴の寸法精度や位置精度を向上させることが可能になる。

【0060】

〔実施形態2〕

図3は、本願発明の他の実施形態にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【0061】

この実施形態の加工装置は、レーザビーム2が、先にガルバノスキャンミラー4で反射された後、回折格子3を通過して、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴15（図2）をセラミックグリーンシート10に形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビーム2aに分光されるように構成されている。

【0062】

この実施形態2の加工装置は、回折格子3をガルバノスキャンミラー4と集光レンズ5の間に配設した点を除いては、上記実施形態1で用いた加工装置と同様に構成されており、また、かかる加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工する場合の加工方法も同様であることから、上記実施形態1の相当部分の説明を援用して、ここではその説明を省略する。なお、図3において、図1と同一符号を付した部分は、同一又は相当部分を示している。

この図3の加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工した場合にも、上記実施形態1の場合と同様の効果を得ることができる。

【0063】

なお、本願発明は、上記の実施形態1、2によって限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【0064】

【発明の効果】

上述のように、本願発明（請求項1）のセラミックグリーンシートの加工方法は、レーザビームを、回折格子を通過させ、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数のレーザビームに分光して、セラミックグリーンシートに照射するようにしているので、セラミックグリーンシートに、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0065】

すなわち、本願発明の方法によれば、レーザビームを回折格子により分光して、分光された個々のレーザビームのエネルギーレベルを低下させることにより、セラミックグリーンシートに照射される個々のレーザビームの幅を、 $50\mu\text{m}$ 以下にすることが可能になるため、レーザ発振器の出力を特に低下させることが不要になり、レーザ発振器を安定した出力で稼働させることが可能になる。したがって、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を、高い位置精度及び形状精度で、効率よく形成することが可能になる。

【0066】

また、請求項 2 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、セラミックグリーンシートを移動させながら、レーザビームを照射するようにした場合、セラミックグリーンシートの異なる位置に、穴径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0067】

また、請求項 3 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、セラミックグリーンシートを断続的に移動させ、セラミックグリーンシートが静止しているタイミングでレーザビームを照射するようにした場合、形状精度や位置精度の高い、穴径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0068】

また、請求項 4 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、パルス状のレーザビームを照射するようにした場合、形状精度や位置精度の高い、穴径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0069】

また、請求項 5 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにした場合、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、穴径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0070】

また、請求項 6 のセラミックグリーンシートの加工方法のように、ガルバノスキャンミラーで反射されたレーザビームを、回折格子を通過させて複数個のレーザビームに分光して、セラミックグリーンシートに照射するようにした場合にも、上記請求項 5 の構成の場合と同様の効果を得ることができる。

【0071】

また、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザビームの

セラミックグリーンシートへの照射を繰り返して、複数の位置に微小穴を形成することができるようにしている場合においても、請求項7のように、セラミックグリーンシートを移動可能とすることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0072】

また、請求項8のセラミックグリーンシートの加工方法のように、光学系、特に、回折格子に、レーザビームの透過率の高い材料を用いた場合、エネルギー効率を向上させることが可能になり、セラミックグリーンシートに、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数の微小穴を効率よく形成することが可能になる。

【0073】

また、請求項9のセラミックグリーンシートの加工方法のように、レーザとして、 CO_2 レーザを用いた場合、セラミックグリーンシートを構成するセラミック自体による吸収が少ないため、セラミック自体の変質などによる特性のばらつきを防止することが可能になる。

【0074】

また、請求項10のセラミックグリーンシートの加工方法のように、本願発明は、キャリアフィルム（通常は樹脂フィルム）で一面を支持されたキャリアフィルム付きセラミックグリーンシートを加工する場合にも適用することが可能であり、その場合、キャリアフィルムに支持された状態で、セラミックグリーンシートを取り扱うことができるため、セラミックグリーンシートの変形や歪みの発生を抑制して、寸法精度や位置精度の高い微小穴を確実に形成することが可能になる。

【0075】

また、本願発明（請求項11）のセラミックグリーンシートの加工装置は、セラミックグリーンシートを支持する支持手段と、セラミックグリーンシートを所定方向に移動させる移動手段と、レーザ光源と、レーザビームを通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエ

エネルギーを有する複数個のレーザビームに分光する回折格子と、複数個に分光されたレーザビームを個々に集光してセラミックグリーンシートに照射する集光レンズとを備えた構成を有しており、かかる加工装置を用いることにより、上述の本願発明の加工方法を確実に実施して、セラミックグリーンシートを効率よく加工して、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成することが可能になる。

【0076】

また、請求項12及び13のセラミックグリーンシートの加工装置は、ガルバノスキャンミラーを備えているので、ガルバノスキャンミラーの反射角度を変化させて、回折格子を通過して分光されたレーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すことにより、セラミックグリーンシートの所定の領域では、セラミックグリーンシートを移動させることなく、複数の位置で、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【0077】

また、上記請求項12、及び13の加工装置においては、ガルバノスキャンミラーにより反射角度を変化させて、レーザビームのセラミックグリーンシートへの照射を繰り返すようにしているが、請求項14のように、セラミックグリーンシートを移動させることにより、位置的な制約なしに広い領域で、セラミックグリーンシートの任意の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を確実に形成することが可能になり、本願発明をより実効あらしめることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本願発明の一実施形態（実施形態1）にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【図2】

本願発明の一実施形態（実施形態1）において、図1の加工装置を用いてセラミックグリーンシートを加工することにより微小穴を形成したセラミックグリーンシートを示す図である。

【図3】

本願発明の他の実施形態（実施形態 2）にかかるセラミックグリーンシートの加工装置の概略構成を示す図である。

【図 4】

回折格子を用いてエネルギーレベルの高いレーザービームを、複数のレーザービームに分光している状態を示す図である。

【図 5】

(a)は回折格子を用いて分光する前のレーザービームのエネルギーと幅を示す図、(b)は回折格子を用いて分光した後のレーザービームのエネルギーと幅を示す図である。

【図 6】

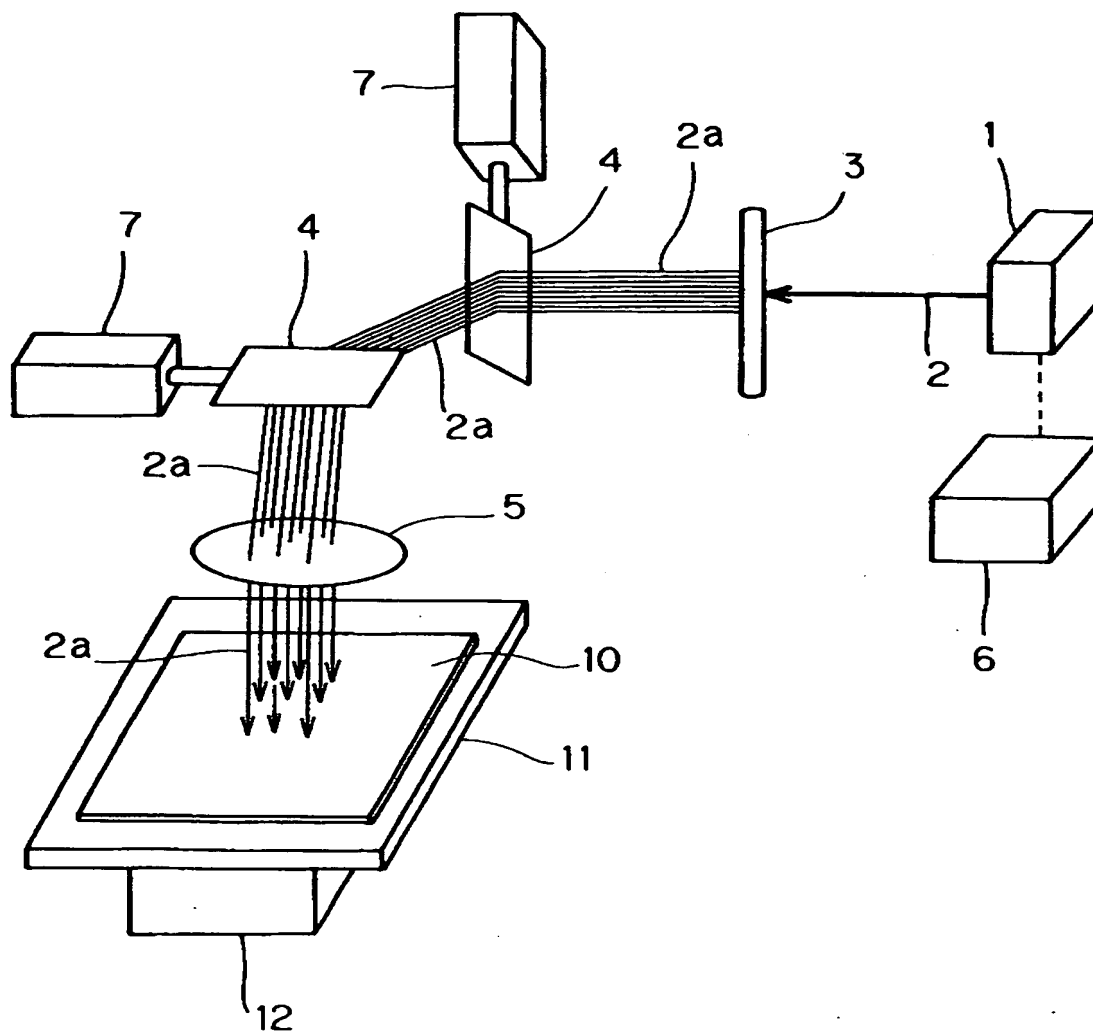
レーザー発振器の出力（エネルギー）とレーザービームの幅との関係を示す図である。

【符号の説明】

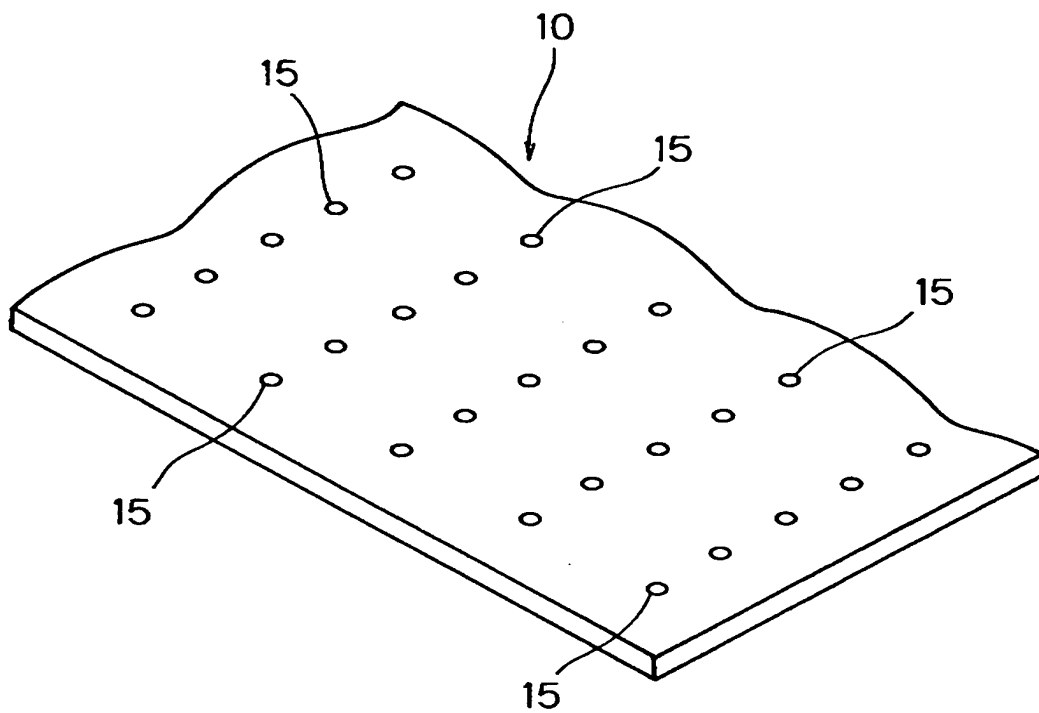
- | | |
|-----|----------------------|
| 1 | レーザー光源 |
| 2 | レーザービーム |
| 2 a | 回折格子により分光した後のレーザービーム |
| 3 | 回折格子 |
| 4 | ガルバノスキャンミラー |
| 5 | 集光レンズ |
| 6 | レーザー光源駆動手段 |
| 7 | ガルバノスキャンミラー駆動手段 |
| 1 0 | セラミックグリーンシート |
| 1 1 | 支持手段（X Yテーブル） |
| 1 2 | テーブル駆動手段 |
| 1 5 | 微小穴 |

【書類名】 図面

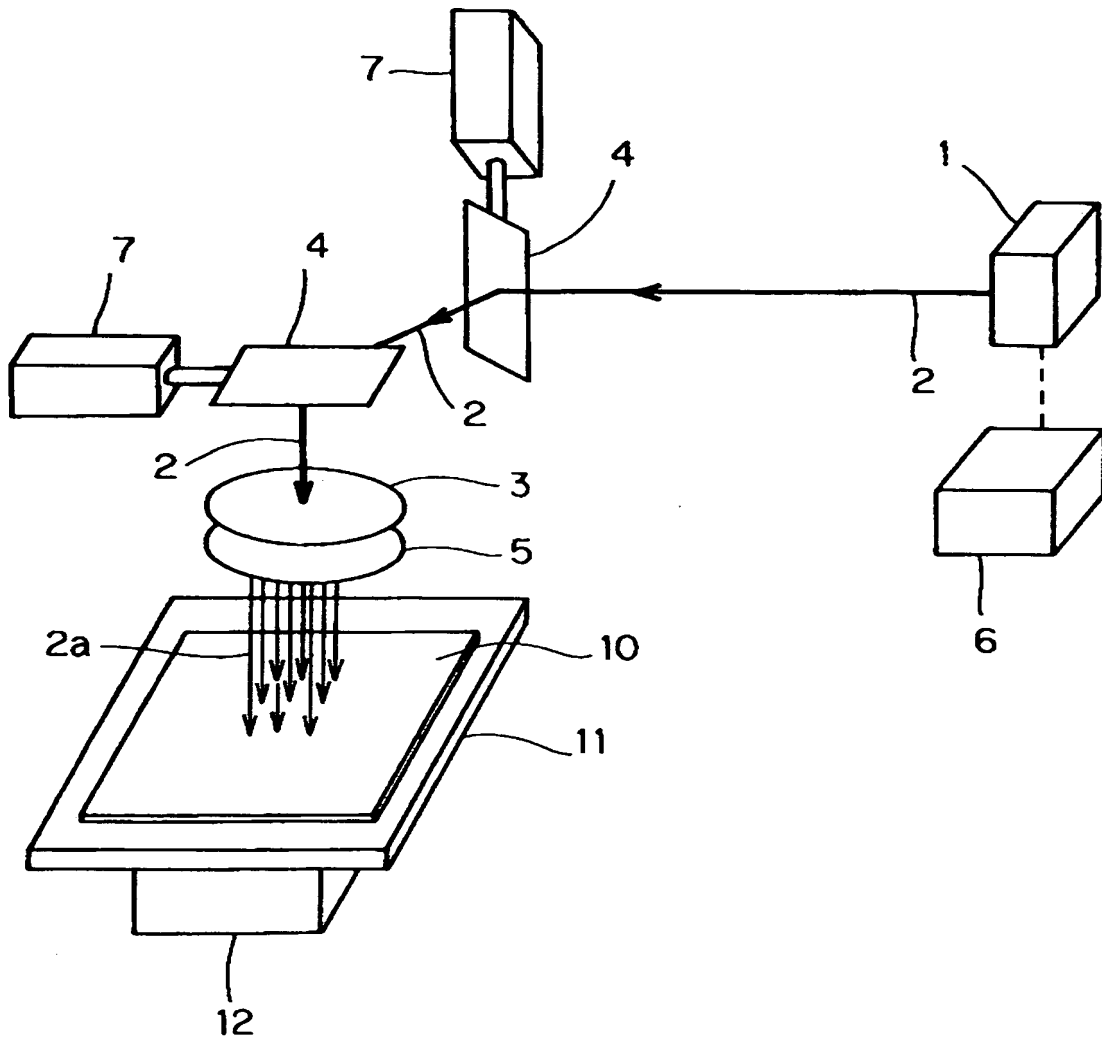
【図 1】



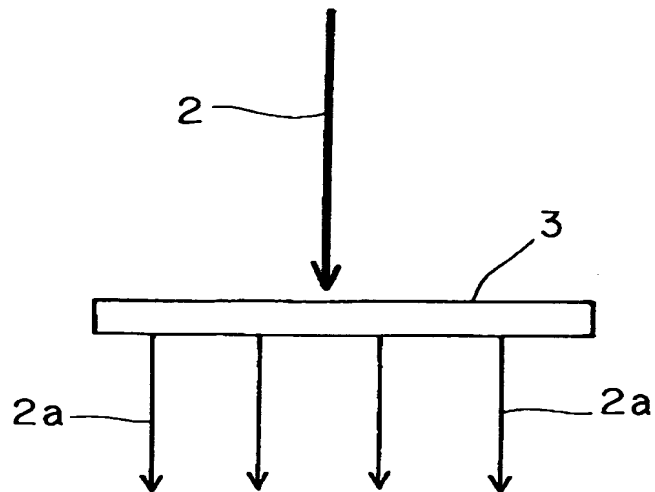
【図 2】



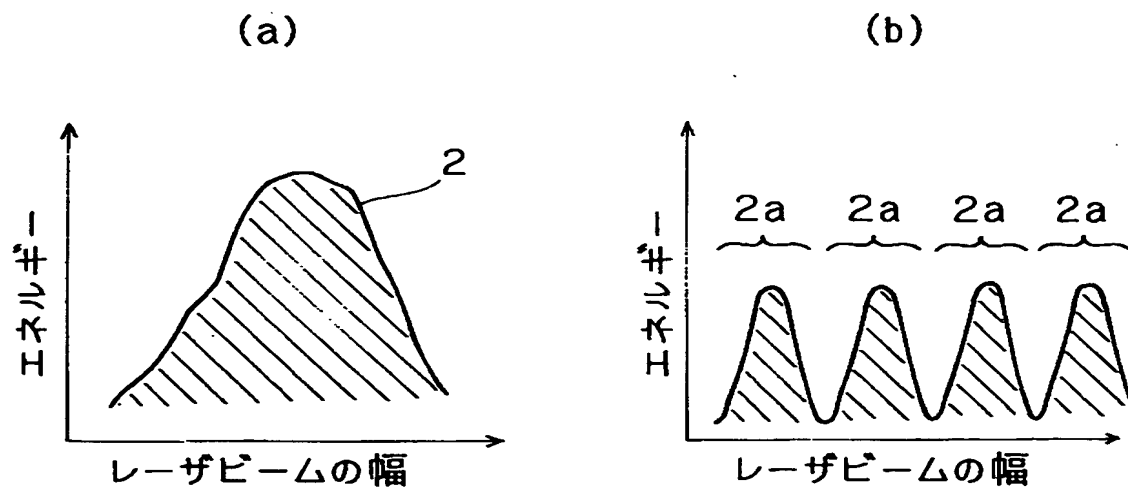
【図3】



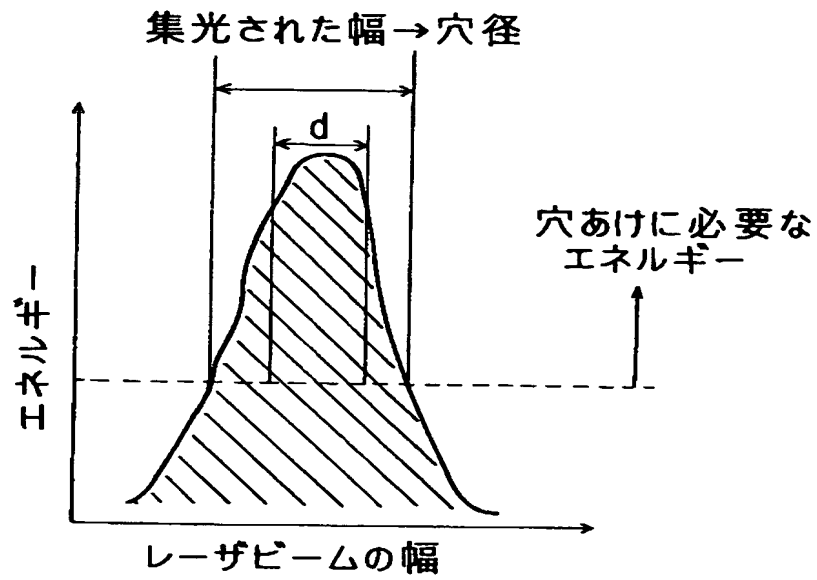
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミックグリーンシートの所定の位置に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を効率よく形成することを可能にする。

【解決手段】 レーザ光源 1 から放射されたレーザービーム 2 を、回折格子 3 を通過させて、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の微小穴をセラミックグリーンシートに形成するのに適したエネルギーを有する複数個のレーザービーム 2 a に分光した後、複数個に分光されたレーザービーム 2 a をセラミックグリーンシート 1 0 に照射して、セラミックグリーンシート 1 0 に、穴径が $50\mu\text{m}$ 以下の複数個の微小穴を形成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名 株式会社村田製作所